

庞磊,吴亮,谭秀梅,等. 园林绿地金龟子生物防治研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(1):88-90.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.01.021

园林绿地金龟子生物防治研究

庞磊,吴亮,谭秀梅,刘敏,樊佳奇,牛来春

(云南师范大学文理学院,云南昆明 650222)

摘要:以园林绿地中的蛴螬为试验对象,在充分调查其种类和优势种群发生期的基础上,选择金龟子绿僵菌、布氏白僵菌、昆虫病原线虫、苦参碱 4 种生物药剂,开展不同药剂剂量和施药方法对蛴螬防治效果的影响试验。综合比较防治效果及成本因素,推荐以昆虫病原线虫 6.0×10^5 条/ m^2 、金龟子绿僵菌 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2 、苦参碱 6.6×10^{-2} g/ m^2 和布氏白僵菌 6.0×10^9 个孢子/ m^2 浇施进行园林绿地蛴螬防治。施药前进行单独刈割处理可有效提高昆虫病原线虫的防治效果,对苦参碱防治效果影响较小,但会显著降低金龟子绿僵菌和布氏白僵菌对蛴螬的防治效果;单独打孔处理对各药剂防治效果均有促进作用,以昆虫病原线虫最高,增值为 7.57%,以苦参碱最低,增值为 1.90%;刈割+打孔处理相对于其他处理对各药剂防治效果促进作用最高,其中以昆虫病原线虫最高,增值达 10.63%,以苦参碱最低,增值为 2.15%。

关键词:园林绿地;金龟子;蛴螬;生物药剂;防治时期;防治剂量;施药方法

中图分类号:S476 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)01-0088-03

城市园林绿地具有美化环境、净化空气等作用,备受人们的喜爱和重视^[1]。绿地植物生长发育过程中易受各类病虫害危害,其中地下害虫蛴螬对绿地危害最严重。绿地受害后,往往会造成植物根系坏死,植株萎蔫、黄化、枯萎等,直接影响其观赏价值和使用价值。园林绿地灯光对蛴螬成虫——金龟子具有引诱作用,使大量金龟子在绿地交配、产卵、孵化,且绿地充足的水肥条件及食物供应等为其栖息繁衍提供了理想场所,进一步加剧了园林绿地的受害程度。

除成虫期外,金龟子卵、幼虫、蛹均生活于地下,生长周期长,危害隐蔽,给生产防治带来很大困难^[2]。目前,化学防治是控制蛴螬的主要手段^[3]。对蛴螬防治的研究多集中于花生、甘蔗、甘薯等,关于园林绿地的报道较少。园林绿地由于和人们的日常休闲娱乐生活关系更为密切,害虫的防治有其特殊性,它要求药剂防治必须具备低毒、高效、无污染且对人身安全。因此,部分防治大田作物蛴螬高效的化学药剂的使用受到限制^[4]。而生物防治较化学防治具有对人类安全、环境兼容性好、持效期长等优点,是园林绿地蛴螬防治的最佳选择^[5-6]。本研究根据近年来的报道,筛选出金龟子绿僵菌、布氏白僵菌、昆虫病原线虫、苦参碱 4 种生物药剂,开展其适宜防治时期、防治剂量、施药方法的研究工作,旨在为园林绿地蛴螬的绿色、安全、高效、科学防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在云南师范大学校园内 4 处金龟子危害严重的绿地上进行,该绿地地力中等,沙壤土。绿地草种为早熟禾,栽培时间 5 年以上,蛴螬常年发生严重,虫口基数约为 20~30 头/ m^2 。

1.2 方法

1.2.1 金龟子种类和数量调查 2015 年 3 月至 11 月,采用 PS-15 II 型频振式杀虫灯(购自河南佳多科工贸有限责任公司)开展诱集工作,在校园内 4 处绿地各悬挂 1 盏杀虫灯,悬挂高度为 2 m,每 10 d 收集 1 次金龟子成虫,并清洗高压电网。将诱集到的金龟子成虫带回实验室进行分类和计数。

1.2.2 生物药剂适宜剂量的筛选 选择金龟子绿僵菌(100 亿个孢子/g,油悬浮剂,江西天人生态股份有限公司提供,剂量配制为 1.5×10^{10} 、 3.0×10^{10} 、 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2),布氏白僵菌(30 亿个孢子/g,菌粉,中国农业科学院生物防治研究所提供,剂量配制为 3×10^9 、 6×10^9 、 9×10^9 个孢子/ m^2),昆虫病原线虫(*Heterorhabditis bacteriophora* H06,泰安绿农生物科技有限公司提供,剂量配制为 3×10^5 、 6×10^5 、 9×10^5 条/ m^2 ,施用时常在显微镜下检测其成活率,保证成活率在 95% 以上),苦参碱(1% 可溶液剂,广东园田生物工程有限公司生产,剂量配制为 3.3×10^{-2} 、 6.6×10^{-2} 、 9.9×10^{-2} g/ m^2) 4 种生物药剂开展试验。于 2015 年 4 月 20 日按照校园内绿地特点划分试验小区,小区为正方形,面积为 4 m^2 ,共划分试验小区 37 块并编号,小区间相互间隔 4 m 以上,以防止喷灌造成处理间相互干扰和蛴螬迁移等因素对试验造成一定的影响。按照不同生物药剂和剂量随机排布的原则进行施药。施药时,先按照设计剂量稀释到喷壶中,均匀浇施到各个小区中。以浇施清水为空白对照。各生物药剂剂量处理及空白对照各重复 3 次。施药完成后,开喷灌进行喷水处理,以小区内地表均匀润湿无径流为度。试验期间不再开展地下害虫的药剂防治工作,绿地其他管理工作同常规。

试验分别于处理后 15、30、45 d 开展调查,调查时按照图 1 所示确定小区调查样方,以防止重复调查现象。样方面积为 0.25 m^2 ($0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$),深度为 0.15 m,记录样方内所有蛴螬活虫数,按公式(1)计算防治效果。

$$\text{防治效果} = \frac{\text{空白对照区活虫数} - \text{处理区活虫数}}{\text{空白对照区活虫数}} \times 100\%。$$

(1)

收稿日期:2017-09-14

作者简介:庞磊(1983—),男,安徽阜阳人,硕士,副教授,主要从事风景园林研究。E-mail:yunnandep1@163.com。

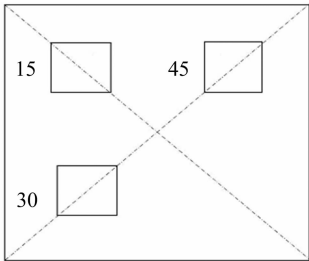


图1 金龟子幼虫数量调查取样示意

1.2.3 处理方法的筛选 在“1.2.2”节试验筛选出的昆虫病原线虫、金龟子绿僵菌、苦参碱和布氏白僵菌适宜剂量的基础上,于2016年4月15日在校园内选择另外1处绿地,分别设置4种处理方法开展后续相关试验。试验小区选择和施药方法同“1.2.2”节。

处理方法1:刈割,利用HSCP-196绿地修剪机将绿地修剪为高约0.05 m后,进行施药处理。处理方法2:打孔,利用草坪打孔机在试验小区内均匀打9个孔,深度约为0.15 m,进行施药处理。处理方法3:刈割+打孔,方法同上。处理方法4:对照,对园林绿地不进行刈割和打孔处理,施药处理。各处理以清水处理作为空白对照。

调查方法和试验结果处理同“1.2.2”。防治效果增值按公式(2)进行计算:

增值 = $\frac{\text{处理防效} - \text{对照防效}}{\text{对照防效}} \times 100\%$ 。(2)

1.3 数据处理

利用Excel 2010进行试验绘图、数据处理,采用SPSS 18.0软件中的Tukey HSD法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 金龟子种类及数量调查

由表1可知,2015年全年共诱集金龟子1289头,隶属2

科4属6种,其中铜绿丽金龟和暗黑鳃金龟分别占诱集总数的49.96%、45.54%,显著高于其他4种金龟子的数量,为优势种群。

表1 2015年诱集金龟子种类和数量

种类	科	属	种群数量(%)
暗黑鳃金龟	鳃金龟科	齿爪鳃金龟属	45.54 ± 6.88a
华北大黑鳃金龟			2.72 ± 0.91b
黑绒鳃金龟		玛绢金龟属	1.01 ± 0.54b
阔胫绒金龟			0.31 ± 0.19b
小黄鳃金龟		黄鳃金龟属	0.47 ± 0.81b
铜绿丽金龟	丽金龟科	异丽金龟属	49.96 ± 5.06a

注:表中数据为平均数±标准差,同列数据后不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同。

2.2 不同生物药剂和处理剂量对金龟子幼虫防治效果比较

由表2可知,除金龟子绿僵菌 3.0×10^{10} 个孢子/ m^2 剂量处理后45 d防治效果比30 d略有降低外,其他各处理均随处理剂量的增大和调查时间的延长防治效果逐渐增大。比较各生物药剂处理后15 d的防治效果发现,苦参碱3个剂量处理和金龟子绿僵菌 3.0×10^{10} 、 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2 处理显著高于其他生物药剂及处理剂量;昆虫病原线虫3个剂量处理效果均较差,防治效果均在15.00%左右,显著低于其他处理。处理后30 d时,昆虫病原线虫各剂量处理防治效果大幅度提高,均在75.17%及以上;昆虫病原线虫 6.0×10^5 、 9.0×10^5 条/ m^2 和金龟子绿僵菌 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2 这3个处理的防治效果均在80%以上,显著高于金龟子绿僵菌 1.5×10^{10} 个孢子/ m^2 和布氏白僵菌 3.0×10^9 个孢子/ m^2 这2个处理。处理后45 d时,昆虫病原线虫各剂量处理防治效果进一步提高,但幅度有所降低。综合考虑防治成本及防治效果等因素,推荐使用昆虫病原线虫 6.0×10^5 条/ m^2 、金龟子绿僵菌 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2 、苦参碱 6.6×10^{-2} g/ m^2 和布氏白僵菌 6.0×10^9 个孢子/ m^2 ,其中以前3个生物药剂和处理剂量效果更佳。

表2 不同生物药剂和处理剂量对金龟子幼虫防治效果比较

药剂	处理剂量	防治效果(%)		
		15 d	30 d	45 d
金龟子绿僵菌	1.5×10^{10} 个孢子/ m^2	58.86 ± 3.97b	67.60 ± 5.07bc	70.24 ± 1.37bc
	3.0×10^{10} 个孢子/ m^2	71.67 ± 1.47a	75.16 ± 3.92ab	74.17 ± 3.76abc
	4.5×10^{10} 个孢子/ m^2	71.98 ± 2.45a	81.07 ± 3.42a	83.09 ± 2.87ab
布氏白僵菌	3.0×10^9 个孢子/ m^2	38.79 ± 5.42d	60.20 ± 5.46c	64.72 ± 3.78c
	6.0×10^9 个孢子/ m^2	47.56 ± 2.57c	71.15 ± 2.96abc	74.12 ± 1.57abc
	9.0×10^9 个孢子/ m^2	54.59 ± 1.46bc	72.47 ± 2.04abc	77.55 ± 2.29abc
昆虫病原线虫	3.0×10^5 条/ m^2	14.88 ± 1.35e	75.17 ± 2.38ab	79.53 ± 1.72ab
	6.0×10^5 条/ m^2	15.22 ± 0.64e	83.56 ± 5.14a	85.46 ± 8.25a
	9.0×10^5 条/ m^2	15.89 ± 0.36e	84.26 ± 4.56a	86.55 ± 4.54a
苦参碱	3.3×10^{-2} g/ m^2	69.70 ± 1.53a	71.64 ± 2.45abc	77.30 ± 2.57abc
	6.6×10^{-2} g/ m^2	72.46 ± 2.06a	78.20 ± 3.00ab	80.20 ± 5.62ab
	9.9×10^{-2} g/ m^2	77.49 ± 2.04a	78.80 ± 3.38ab	80.84 ± 1.26ab

2.3 不同生物药剂和处理方法对金龟子幼虫防治效果的影响

由表3可知,不同处理方法对不同生物药剂防治效果的影响存在差异。就金龟子绿僵菌和布氏白僵菌而言,施药前刈割处理会降低2种生物药剂对金龟子幼虫的防治效果;而打孔处理则分别使防治效果提高7.02%、4.72%,但与对照

相比防治效果差异不显著;刈割+打孔处理分别使2种生物药剂防治效果提高9.18%、8.03%,显著高于对照处理。就昆虫病原线虫和苦参碱而言,3种处理方法均对防治效果的提高有促进作用,这种作用在昆虫病原线虫处理中表现的更为明显。刈割、打孔、刈割+打孔处理分别使昆虫病原线虫对金龟子幼虫的防治效果提高5.32%、7.57%、10.63%,且刈

割 + 打孔处理后,昆虫病原线虫防治效果较对照也显著提高。3 种处理方法对苦参碱防治效果的提高作用较小,各处理方法与对照无显著性差异。

表 3 不同生物药剂和处理方法对金龟子幼虫防治效果的影响			
生防因子	处理	防治效果 (%)	增值 (%)
金龟子绿僵菌	刈割	76.21 ± 2.21c	-6.58 ± 2.70b
	打孔	87.31 ± 2.31ab	7.02 ± 2.83a
	刈割 + 打孔	89.07 ± 0.89a	9.18 ± 1.09a
	对照	81.58 ± 2.53bc	
布氏白僵菌	刈割	67.80 ± 2.06c	-11.95 ± 2.68b
	打孔	80.63 ± 1.39ab	4.71 ± 1.81a
	刈割 + 打孔	83.18 ± 2.25a	8.03 ± 2.92a
	对照	77.00 ± 1.46b	
昆虫病原线虫	刈割	87.48 ± 1.69ab	5.32 ± 2.01a
	打孔	89.35 ± 0.98ab	7.57 ± 1.17a
	刈割 + 打孔	91.89 ± 2.82a	10.63 ± 3.34a
	对照	83.06 ± 2.81b	
苦参碱	刈割	74.54 ± 3.20a	0.38 ± 4.30a
	打孔	75.67 ± 4.25a	1.90 ± 5.72a
	刈割 + 打孔	75.86 ± 3.46a	2.15 ± 4.66a
	对照	74.26 ± 0.87a	

注:同列数据后不同小写字母表示同种生物药剂不同处理间差异显著($P<0.05$)。

3 结论与讨论

园林绿地草的覆盖率高,根系发达,为蛴螬提供了丰富的食物来源,而周年不进行深翻中耕,也为蛴螬的种群繁衍提供了稳定且适宜的条件,这些均为该类虫害的暴发危害提供了可能^[7]。

根据蛴螬发生危害特点,防控中应注意以下 3 点:(1)筛选合适的药剂及剂量。近年来,随着部分高毒农药的禁用及相对单一农药品种的长期大量使用,导致蛴螬危害再猖獗,亟待筛选高效、低毒、低残留且对人类及非靶标生物安全的药剂和剂量开展防控,而目前具备以上特点的可用于蛴螬防治的化学药剂较少^[2]。生物防治作为害虫防治的重要手段之一,应该发挥其在地下害虫的防治优势和作用。(2)选择最佳施药时期。蛴螬越冬后,一般地表下 10 cm 左右温度达到 5 ℃ 时开始从深土向地表爬升,13 ~ 18 ℃ 时活动力最强,23 ℃ 以上时又向深土移动避暑,至秋季土温适宜时再移向土壤上层,冬季时蛴螬一般蛰伏于 30 ~ 50 cm 非冻土带越冬^[8]。因此,春季和秋季是蛴螬在浅土层活动的最佳施药时期。另外,土壤湿度对蛴螬活动存在影响,应结合园林绿地浇灌返青水等农事操作和当地蛴螬发生期特点等确定施药防治最佳时期,可起到良好的防治效果。(3)应用适当的施药方法。目前园林绿地施药主要采用灌施、浇施和撒施等方法,可起到良好效果。有研究表明,以上方法结合园林绿地打孔、刈割等处理手段,可提高药剂防治效果^[9]。

本研究通过调查发现,云南省园林绿地主要金龟子种类为暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟。结合当地气温和土温条件以及生物药剂药效发挥及蛴螬活动特点,将开展蛴螬防治的时间确定在 4 月中下旬。综合考虑 4 种生物药剂的防治效果及防治成本,推荐利用昆虫病原线虫 6.0×10^5 条/ m^2 、金龟子绿僵

菌 4.5×10^{10} 个孢子/ m^2 、苦参碱 6.6×10^{-2} g/ m^2 和布氏白僵菌 6.0×10^9 个孢子/ m^2 开展防治,可达到理想效果。

由于蛴螬隐蔽在土壤中,施药方法也会影响药效的发挥^[10]。本研究结果表明,不同处理方法对不同生物药剂防治效果的影响存在差异。就金龟子绿僵菌和布氏白僵菌而言,施药前单独刈割处理会降低对蛴螬的防治效果,单独打孔处理和刈割 + 打孔处理均能提高防治效果。究其原因,可能是刈割处理阳光照射,土温升高,蒸发量加大,地表无法在一定时间内保持绿僵菌和白僵菌孢子萌发所需要的温湿度环境,导致防治效果降低;而打孔处理有利于生防菌对害虫的侵染且能够提供和保持一定的温湿度,提高了防治效果;刈割 + 打孔处理时,刈割能够促进孔内温度提升,加之孔内具有的较好的湿度环境,进一步提升了生防菌的防治效果,这与吴小双等的研究^[11]具有相似性。就昆虫病原线虫而言,3 种处理均能有效提高其对蛴螬的防治效果,相对于对照处理,增值均在 5.32% 及以上。由于昆虫病原线虫为活体,具有一定的移动能力,刈割和打孔均能促进其及时进入土壤,完成侵染,发挥活性。苦参碱的 3 种处理方法对蛴螬防治效果虽较对照处理有所提高,但均小于 2.15%,提高效果不显著。因此,在采用生物药剂防治蛴螬时,应根据药剂的不同,合理选择施药方法,进一步提高防治效果。

近年来,园林绿地蛴螬采用非化学防治,尤其是应用生物农药的防控措施已取得良好成效^[12]。本研究仅开展了目前报道的防治蛴螬较好的 4 种生物药剂的最佳施药时期、施药浓度和施药方法的试验,利用现有研究成果结合其他防治手段进一步提高防治效果有待于试验探索。

参考文献:

[1] 秦雪峰,吕文彦,杜开书,等. 草坪蛴螬种群调查及综合治理研究[J]. 河南农业科学,2007,36(2):56-57.
[2] 宫庆涛,张坤鹏,武海斌,等. 6 种杀虫剂对铜绿丽金龟防治效果评价[J]. 果树学报,2016,33(12):1542-1549.
[3] 鞠倩,李 晓,苏卫华,等. 不同施药方法对花生田蛴螬的防治效果评价[J]. 花生学报,2016,45(1):43-47.
[4] 张亚红. 长治市广场草坪虫害蛴螬综合防治技术研究[J]. 中国园艺文摘,2013,29(7):97,161.
[5] 张 冰. 绿僵菌防治草坪蛴螬效果探析[J]. 中国市场,2015,835(20):283-284.
[6] 茅洁瑜,束长龙,李克斌,等. 对蛴螬有活性的苏云金芽孢杆菌菌株的筛选与基因鉴定[J]. 中国生物防治学报,2011,27(2):176-181.
[7] 罗 萝. 5 种药剂对草坪中中喙丽金龟幼虫的防治效果[J]. 江苏农业科学,2013,41(1):136-137.
[8] 梁朝晖,韩 媛,衡启颖,等. 草坪害虫蛴螬的发生与防治[J]. 吉林农业,2008,219(5):24-25.
[9] 杨丽霞,张玉君,李芳霞. 三门峡市草坪蛴螬防治试验[J]. 河北农业科学,2009,13(4):30-31.
[10] 陈浩梁,谢明惠,林璐璐,等. 三种不同药剂及施药方法对花生蛴螬的防效[J]. 安徽农业科学,2014,42(6):1688-1690.
[11] 吴小双,张亚波,吴盼盼,等. 温湿度及土壤类型对土壤中绿僵菌孢子萌发的影响[J]. 中国生物防治学报,2014,30(6):766-771.
[12] 李存焕,杨龙飞,农向群,等. 绿僵菌防治高尔夫草坪蛴螬试验[J]. 草业科学,2008,25(11):125-128.